

PAT-NO: JP02001184691A

DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 2001184691 A

TITLE: RECORDING MEDIUM, OPTICAL HEAD AND RECORDING/  
REPRODUCING DEVICE

PUBN-DATE: July 6, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
KOBAYASHI, KOSEI	N/A
MIYAURA, TOMOKO	N/A
SUZUKI, YUJIRO	N/A

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
MINOLTA CO LTD	N/A

APPL-NO: JP11365172

APPL-DATE: December 22, 1999

INT-CL (IPC): G11B007/12, G11B007/09 , G11B007/135 , G11B007/24

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a recording medium in which the density of information recording can be increased and to provide an optical head and a recording and reproducing device to carry out recording or the like of the information on the recording medium.

SOLUTION: The recording medium 9 has a plurality (two) of recording layers 92a, 92b laminated on a base member 91. At least one recording layer is a near field optical recording layer in which information recording or the like is carried out by the optical effect by using near field light. For example, both of the recording layers 92a, 92b can be formed as near field optical

recording  
layers. The recording layers 92a, 92b are formed from photochromic  
materials  
M1, M2, respectively, having different optical characteristics  
relating to the  
wavelength dependence of the absorbance. The interference between  
the  
recording layers 92a, 92b can be avoided and recording and  
reproducing  
operation can be performed by using light of different wavelengths.  
Or, the  
recording layer 92b may be formed as a recording layer by propagating  
light  
(information recording or the like is performed by the optical effect  
by using  
the propagating light).

COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(19)日本国特許庁 (J P)

## (12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-184691

(P2001-184691A)

(43)公開日 平成13年7月6日(2001.7.6)

(51)IntCl <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード(参考)
G 1 1 B	7/12	G 1 1 B	7/12 5 D 0 2 9
	7/09		7/09 A 5 D 1 1 8
	7/135		7/135 Z 5 D 1 1 9
	7/24	5 2 2	7/24 5 2 2 A

審査請求 未請求 請求項の数9 OL (全 17 頁)

(21)出願番号 特願平11-365172

(22)出願日 平成11年12月22日(1999. 12. 22)

(71)出願人 000006079

ミノルタ株式会社

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル

(72)発明者 小林 孝生

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(72)発明者 宮浦 智子

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

(74)代理人 100089233

弁理士 吉田 茂明 (外2名)

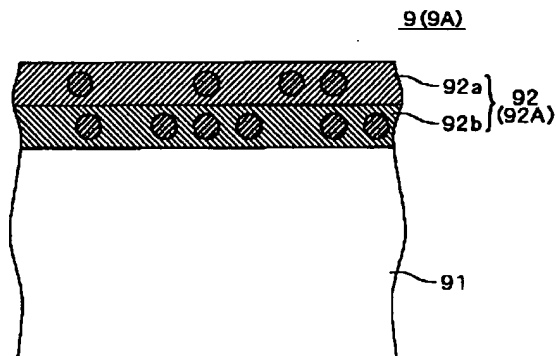
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 記録媒体、光ヘッド、および記録再生装置

## (57)【要約】

【課題】 情報記録の高密度化を図ることが可能な記録媒体、ならびにその記録媒体に対する情報の記録等を行う光ヘッドおよび記録再生装置を提供する。

【解決手段】 記録媒体9は、ベース部材91上に積層された複数(2つ)の記録層92a、92bを備える。これらのうち少なくとも1つの記録層は、近接場光を用いた光学的作用によって情報の記録等が行われる近接場光記録層である。たとえば、記録層92a、92bをいずれも近接場光記録層として形成することができる。各記録層92a、92bは、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトクロミック材料M1、M2を用いて形成され、異なる波長の光を用いることにより、各記録層92a、92b相互間の干渉を回避し、記録再生動作などを行うことができる。また、記録層92bを(伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録等が行われる)伝搬光記録層として形成してもよい。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 情報を記録するための記録媒体であって、  
ベース部材と、  
前記ベース部材上に積層された複数の記録層と、を備え、  
前記複数の記録層のうち少なくとも1つの記録層は、近接場光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる近接場光記録層であることを特徴とする記録媒体。

【請求項2】 請求項1に記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうちの最表層が前記近接場光記録層であることを特徴とする記録媒体。

【請求項3】 請求項2に記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうち前記最表層の次の記録層は、その光学特性が前記最表層の近接場光記録層と互いに異なる近接場光記録層であることを特徴とする記録媒体。

【請求項4】 請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうち少なくとも1つの記録層は、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる伝搬光記録層であることを特徴とする記録媒体。

【請求項5】 請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層は、それぞれ、前記各記録層ごとのトラッキング情報を有していることを特徴とする記録媒体。

【請求項6】 請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層は、それぞれ、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトクロミック材料を用いて形成されることを特徴とする記録媒体。

【請求項7】 少なくとも1つの近接場光記録層を含む複数の記録層が積層された記録媒体との光学的作用を奏する光ヘッドであって、  
互いに異なる波長の光を出射する複数の光源と、  
前記複数の光源から出射される複数の波長の光のうち、前記光学的作用に用いる光の波長を選択して決定する波長選択決定手段と、  
前記波長選択決定手段により選択された波長の光を前記記録媒体に対して導く光学系と、を備えることを特徴とする光ヘッド。

【請求項8】 近接場光記録層と伝搬光記録層とを含む複数の記録層が積層された記録媒体と光学的作用を奏する光ヘッドであって、  
光を出射する光源と、  
固浸レンズを含み前記光源から出射された光を集光する光学系と、  
前記光学系による焦点位置と前記固浸レンズとの相対位

置を変更する相対位置変更手段と、を備え、  
前記相対位置変更手段は、前記固浸レンズの境界面上の所定位置に焦点位置を合わせて近接場光を作用させる状態と、前記所定位置以外の位置に焦点位置を合わせて伝搬光を作用させる状態とを選択的に切り換えることが可能であることを特徴とする光ヘッド。

【請求項9】 複数の記録層が積層された記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくとも1つの動作を行う記録再生装置であって、

10 請求項7または請求項8に記載の光ヘッドと、  
前記光ヘッドを介して、前記記録媒体に対する記録信号または前記記録媒体からの再生信号を処理する信号処理部と、を備えることを特徴とする記録再生装置。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、情報を高密度に記録することが可能な記録媒体、ならびにその記録媒体に対する情報の記録／再生などを行う光ヘッドおよび記録再生装置に関する。

20 【0002】

【従来の技術】近年、通常の伝搬光による光学的作用を用いた記録方式の記録媒体（磁気ディスクなど）においては高密度化の限界が見えてきたため、新しい高密度記録技術に対する模索が行われている。中でも近接場光記録は、使用する波長の回折限界の制約を受けることなくさらに微小なスポット径の光を用いることが可能な技術であり、これにより情報の高密度化を図ることができ

30 【0003】このような近接場光記録においては、記録ビットのサイズは使用する光の波長以下となり、記録媒体の表面付近に配置された記録層を用いて、情報の記録および／または再生が行われる。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような近接場光記録における記録媒体においては、その表面付近のみしか用いられておらず、記録媒体の高密度化の余地が残されている。

40 【0005】また、上記のような近接場光記録のみを用いた記録媒体においては、近接場光を利用した記録再生装置（近接場光記録再生装置）が無い場合には、その記録媒体に記録された情報に全くアクセスすることが不可能になる。

【0006】そこで、本発明は前記問題点に鑑み、情報記録の高密度化を図ることが可能な記録媒体、ならびにそのような記録媒体に対する情報の記録／再生を行う光ヘッドおよび記録再生装置を提供することを第1の目的とする。

50 【0007】また、上述の近接場光記録再生装置が無い場合にあっても、情報の記録／再生を行うことが可能な記録媒体を提供することを第2の目的とする。

## 【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に記載の記録媒体は、情報を記録するための記録媒体であって、ベース部材と、前記ベース部材上に積層された複数の記録層と、を備え、前記複数の記録層のうち少なくとも1つの記録層は、近接場光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる近接場光記録層であることを特徴とする。

【0009】請求項2に記載の記録媒体は、請求項1に記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうちの最表層が前記近接場光記録層であることを特徴とする。

【0010】請求項3に記載の記録媒体は、請求項2に記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうち前記最表層の次の記録層は、その光学特性が前記最表層の近接場光記録層と互いに異なる近接場光記録層であることを特徴とする。

【0011】請求項4に記載の記録媒体は、請求項1ないし請求項3のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層のうち少なくとも1つの記録層は、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる伝搬光記録層であることを特徴とする。

【0012】請求項5に記載の記録媒体は、請求項1ないし請求項4のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層は、それぞれ、前記各記録層ごとのトラッキング情報を有していることを特徴とする。

【0013】請求項6に記載の記録媒体は、請求項1ないし請求項5のいずれかに記載の記録媒体において、前記複数の記録層は、それぞれ、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトクロミック材料を用いて形成されることを特徴とする。

【0014】請求項7に記載の光ヘッドは、少なくとも1つの近接場光記録層を含む複数の記録層が積層された記録媒体との光学的作用を奏する光ヘッドであって、互いに異なる波長の光を出射する複数の光源と、前記複数の光源から出射される複数の波長の光のうち、前記光学的作用に用いる光の波長を選択して決定する波長選択決定手段と、前記波長選択決定手段により選択された波長の光を前記記録媒体に対して導く光学系と、を備えることを特徴とする。

【0015】請求項8に記載の光ヘッドは、近接場光記録層と伝搬光記録層とを含む複数の記録層が積層された記録媒体と光学的作用を奏する光ヘッドであって、光を出射する光源と、固浸レンズを含み前記光源から出射された光を集光する光学系と、前記光学系による焦点位置と前記固浸レンズとの相対位置を変更する相対位置変更手段と、を備え、前記相対位置変更手段は、前記固浸レンズの境界面上の所定位置に焦点位置を合わせて近接場光を作用させる状態と、前記所定位置以外の位置に焦点

位置を合わせて伝搬光を作用させる状態とを選択的に切り換えることが可能であることを特徴とする。

【0016】請求項9に記載の記録再生装置は、複数の記録層が積層された記録媒体に対する情報の記録および再生の少なくとも1つの動作を行う記録再生装置であって、請求項7または請求項8に記載の光ヘッドと、前記光ヘッドを介して、前記記録媒体に対する記録信号または前記記録媒体からの再生信号を処理する信号処理部と、を備えることを特徴とする。

## 【0017】

【発明の実施の形態】< A. 第1実施形態 >

<記録再生装置の概略構成>図1および図2は、本発明の第1実施形態に係る記録再生装置1(1A)の構成を示す概略図である。記録再生装置1は、後述する記録媒体9を保持した状態で記録媒体9を所定方向に回転させる回転機構部5と、記録媒体9の記録面に対する信号の記録および再生を行う光ヘッド2と、光ヘッド2および回転機構部5に対して駆動制御信号を与えるコントローラ3と、記録媒体9に対する記録信号または記録媒体9からの再生信号を処理する信号処理部4とを備えて構成される。

【0018】回転機構部5は回転駆動部51と回転部材52とを備えており、コントローラ3から与えられる駆動制御信号に基づいて回転駆動部51が回転部材52を所定方向に回転させる。回転部材52は着脱自在の記録媒体9を所定位置にて保持するような構造を有しており、装着された記録媒体9と一体となって回転動作を行う。

【0019】光ヘッド2は、レーザ光源11とコリメータレンズ12とビームスプリッタ13と光検出器14と光ヘッド駆動部18と保持部材19と光学系20とを備えて構成される。

【0020】レーザ光源11はコントローラ3内に設けられた図示しないレーザ駆動回路によって駆動されるように構成されている。そして、レーザ光源11から出射される光は、コリメータレンズ12、ビームスプリッタ13および光学系20を介して記録媒体9に導かれる。

【0021】コリメータレンズ12はレーザ光源11から出射される光を平行光にする機能を有しており、ビームスプリッタ13はコリメータレンズ12から導かれる平行光を透過させる。そしてビームスプリッタ13を透過した光は光学系20によって記録媒体9の記録面に対して微小スポットを形成して投射される。

【0022】ここで、レーザ光源11は、複数(ここでは2つ)のレーザ光源11a、11bを有しており、コリメータレンズ12は、複数(ここでは2つ)のコリメータレンズ12a、12bを有している。また、レーザ光源11a、11bは、それぞれ、特定の波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を出射する。ここでは、第1のレーザ光源11aとして、波長 $\lambda_1 = 514.5 \text{ nm}$ の光を出射するAr

(アルゴン) レーザを用い、第2のレーザ光源11bとして、波長 $\lambda_2=632.8\text{nm}$ の光を射出するHe-Ne (ヘリウム-ネオン) レーザを用いる場合について例示する。各レーザ光源11a, 11bから射出された光は、それぞれ、コリメータレンズ12a, 12bに対して入射されてコリメートされる。

【0023】また、光ヘッド2は、折返しミラー15と合波プリズム16とをさらに有している。レーザ光源11aから射出された光は、コリメータレンズ12aに対して入射されてコリメートされた後、合波プリズム16を通過して、ビームスプリッタ13へと進む。一方、レーザ光源11bから射出された光は、コリメータレンズ12bに対して入射されてコリメートされた後、折返しミラー15で反射された後、合波プリズム16においても反射されて、ビームスプリッタ13へと進む。

【0024】なお、このビームスプリッタ13に対しては、2つのレーザ光源11a, 11bから射出される2種類の波長 $\lambda_1, \lambda_2$ の光のうち、後述する記録媒体との光学的作用に利用されるものとして選択的に決定される1種類の光のみが入射することになる。この選択決定は、コントローラ3によって行われる。

【0025】その後、上述したように、ビームスプリッタ13へ進んだ光は、ビームスプリッタ13を透過して、光学系20によって記録媒体9の記録面に対して微小スポットを形成して投射される。

【0026】一方、記録媒体9からの反射光は上記と逆方向に進み、光学系20からビームスプリッタ13に戻る。そしてビームスプリッタ13で反射された後、光検出器14に入射する。この結果、記録媒体9に記録された情報は、光検出器14によって読み取られる。

【0027】また、レーザ光源11とコリメータレンズ12とビームスプリッタ13と光検出器14とはそれぞれ所定位置に配置されており、光学系20は保持部材19の先端部に配置されている。保持部材19は光ヘッド駆動部18によって記録媒体9の回転中心方向に対して直進的に進退自在なように構成されており、コントローラ3が光ヘッド駆動部18に対して駆動制御信号を与えることによって保持部材19の位置、すなわち光学系20の記録媒体9に対する位置が制御される。なお、光ヘッド2の駆動機構は記録媒体9の回転中心方向に対して直進的に進退する構成でなくともよく、所定長さの保持部材を回転中心方向に対して揺動動作させる機構であってもよい。

【0028】信号処理部4は記録媒体9に対して記録するためのデータをコントローラ3を介してレーザ駆動回路に与えたり、光検出器14で検出された読み取りデータ(再生データ)をコントローラ3を介して受け取り、他のデータ処理機器に対して出力する機能を有する。

【0029】<光学系20>また、図2に示すように、光学系20は、対物レンズ21と固浸レンズ(SIL:

Solid Immersion Lens) 22とミラー29とを有している。これにより、ビームスプリッタ13を通過して水平方向に進行してきた光はミラー29において反射して、その進行方向を下方に変更して、対物レンズ21で屈折集光された後、固浸レンズ22の内部を通過して固浸レンズ22の底面において集光(結像)する。固浸レンズ22の底面に集光したこの光は近接場光として浸み出し、ニアフィールド領域(波長の $1/4$ 以下の近接領域)に近接して存在する記録媒体9の記録面に対して、微小スポットを形成して投射される。

【0030】ここにおいて、固浸レンズ22は、高屈折率を有する透光性材料で構成される。具体的には、この固浸レンズ22として、SF6などのガラス材料などを用いることができる。このような高屈折率を有する固浸レンズ22を用いることにより、その底面Bに集光されるスポット光の直径(スポット径) $d$ (図示せず)を微小化することができる。これは、光のスポット径 $d$ が次の数1および数2により表現できることにより理解される。

【0031】

【数1】

$$d = \frac{k \cdot \lambda}{NA}$$

【0032】

【数2】

$$NA = n \cdot \sin \theta$$

【0033】なお、 $k$ は定数、 $\lambda$ は波長、 $NA$ は開口数を表す。また、 $\theta$ (図2参照)は半開口角であり、 $n$ は集光時に通過する媒質(ここでは固浸レンズ22)の屈折率を表す。

【0034】上記の数2より、固浸レンズ22の屈折率 $n$ が大きな値(たとえば真空の屈折率1に対して相対的に大きな値)を有するときには、開口数 $NA$ が大きな値となることがわかり、さらに、数1により、大きな開口数 $NA$ を有するときにはさらに微小なスポット径 $d$ を得ることができることがわかる。すなわち、高屈折率を有する固浸レンズ22内において光を集光することにより、より微小なスポット径 $d$ を実現することができるのである。

【0035】なお、ここでは、固浸レンズ22を用いて光学系20を構成したが、図9に示すように、集光用の対物レンズ23と、SNOM(Scanning Near-field Optical Microscope)ファイバプローブ24とを利用して光学系20を構成してもよい。この場合には、SNOMファイバプローブ24は、各レーザ光源11a, 11bから射出された光を記録媒体9に対して導き、記録媒体9に近接した状態で、その先端部から浸み出る近接場光を発生させる。したがって、この近接場光を利用して、記録媒体9に対するデジタル情報の記録再生動作を行うことが可能になる。

【0036】＜記録媒体9＞図3は、第1実施形態に係る記録媒体9(9A)の断面図である。図3に示すように、記録媒体9(9A)は、ベース部材91と、ベース部材91上に積層された複数(ここでは2層)の記録層92a、92b(総称する場合は参照符号92を用いる)とを備えている。

【0037】また、上記の記録媒体9は、さらに各記録層92a、92bごとに、各記録層92a、92bのトラッキング情報を有している。具体的には、図4の平面図に示すように、円盤状の外形を有する記録媒体9の記録領域のうちの特定のセクタ領域において、サーボトラック情報領域RSを設け、トラッキング情報を記録しておく。光ヘッド2は、記録媒体9へのアクセス時に、そのトラッキング情報を読み出して光ヘッド2の位置制御に用いる。

【0038】これによれば、複数の記録層92a、92bは、それぞれ、各記録層92a、92bごとのトラッキング情報を有しているので、各記録層92a、92bに対してアクセスする光ヘッドの位置を各記録層ごとに独立して制御することができる。

【0039】この記録媒体9Aにおいては、各記録層92a、92b(図3)は、いずれも、近接場光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる近接場光記録層であり、フォトクロミック材料で形成される記録層である。

【0040】具体的には、ベース部材91の上に積層される複数の記録層のうち最も表側に積層される層(最表層)の位置に存在する記録層92aは、フォトクロミック材料M1を用いて厚さ30nmの膜として形成され、その記録層92aの次の位置(記録層92aよりベース部材91側の位置)に存在する記録層92bは、フォトクロミック材料M2を用いて厚さ30nmの膜として形成される。ここでは、フォトクロミック材料M1として、1, 2-ビス-(2, 5-ジメチルチオフェン-3-イル)パーフルオロシクロペンテンを用い、フォトクロミック材料M2として、1, 2-ビス-(2-メチル-5-(4-ビフェニル)チオフェン-3-イル)パーフルオロシクロペンテンを用いるものとする(図7参照)。

【0041】＜記録再生動作等＞この近接場光記録層においては、特定波長の光を照射する前後におけるフォトクロミック材料の光学特性の変化を利用して、デジタル情報の記録再生動作などが行われる。

【0042】図5は、フォトクロミック材料の状態遷移を説明する図であり、図6は、フォトクロミック材料について、吸光度の波長依存性(各波長に対する吸光度)に関する光学特性を示すグラフである。

【0043】図5および図6に示すように、フォトクロミック材料は、特定の波長の光の照射の前後において、その光学特性が変化するという性質を有している。たと

えば、特定の波長 $\lambda a$ の光を照射する前において曲線La(図6の2点鎖線)の特性ST1を有するフォトクロミック材料に対して特定波長 $\lambda a$ の光を照射すると、そのフォトクロミック材料は曲線Lb(図6の実線)の特性ST2を有する状態に遷移する。さらに、今度は、波長 $\lambda a$ とは別個の波長 $\lambda b$ の光を照射することにより、そのフォトクロミック材料は特性ST2を有する状態から特性ST1を有する状態へと逆方向に遷移する。

【0044】したがって、たとえば、波長 $\lambda b$ の光を消去光として用いて記録媒体9の所定の記録層92全体にわたるフォトクロミック材料を特性ST1(曲線La)を有する状態に初期化した後、記録光としての別波長 $\lambda a$ の光を記録媒体9の記録層92の特定部分のみにおいて照射することにより当該照射部分のみを特性ST2(曲線Lb)の状態に遷移させることができる。このようにして、記録媒体9における記録層92において、特性ST1を有する部分と特性ST2を有する部分とを選択的に形成することにより、デジタル記憶における2つの状態、すなわち「1」および「0」の各状態を表すことが可能になる。さらに、別個の波長 $\lambda c$ (たとえば500nm近傍)の光を照射して、2つの状態の吸光度の相違に基づく異なる反射率を検知することにより、この2つの状態を区別して読みとることが可能である。このようにして、「1」および「0」の2ビットの信号の組合せて構成されるデジタル情報の再生動作を行うことが可能になる。

【0045】ここにおいて、上記では、記録動作、消去動作、および再生動作のそれぞれにおいて別個の各波長 $\lambda a$ 、 $\lambda b$ 、 $\lambda c$ の光を用いるものとして説明したが、これに限定されず、たとえば、記録動作および再生動作については同一の波長( $\lambda a = \lambda c$ )の光を用いて行い、消去動作については波長 $\lambda b$ の光を用いて行うことができる。以下では、後者の場合、すなわち記録動作および再生動作を同一波長( $\lambda a = \lambda c$ )の光を用いて行う場合について説明する。

【0046】本実施形態に係る記録媒体9は、上述したように、2種類のフォトクロミック材料M1、M2を用いて、2つの記録層92a、92bを近接場光記録層として形成している。

【0047】図7は、2種類のフォトクロミック材料M1、M2について、上記の状態遷移を説明する図である。各フォトクロミック材料M1、M2は、記録動作および再生動作に用いる上記の波長 $\lambda a$ として、それぞれ、波長 $\lambda 1$ 、 $\lambda 2$ を用いることにより、図中左側の特性ST1を有する状態から、図中右側の特性ST2を有する状態へと遷移し、逆に、消去動作に用いる波長 $\lambda b$ として、それぞれ、波長 $\lambda 3$ 、 $\lambda 4$ を用いることにより、特性ST2を有する状態(図中右側)から、特性ST1(図中左側)を有する状態へと遷移する。なお、ここでは、消去動作は行わないものとし、2つの波長 $\lambda$

1,  $\lambda_2$ を用いて、2つのフォトクロミック材料M1, M2における記録動作および再生動作を行う場合について説明する。

【0048】また、図8は、各フォトクロミック材料M1, M2について、各波長に対する吸光度（吸光度の波長依存性）に関する光学特性を示すグラフである。ただし、図8においては、2つのフォトクロミック材料M1, M2について、上記の特性ST2を表す曲線Lbに対応するものを、それぞれ、曲線L1, L2として表しており、上記の特性ST1を表す曲線La（図6の2点鎖線）に対応するものについては簡単化のため表していない。なお、この特性ST1における光学特性は、再生光の波長領域（波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ を含む領域）において、特性ST2を表す曲線L1, L2で表される吸光度に比べて相対的に非常に小さな値を有するものである。

【0049】記録層92a, 92bは、それぞれ、図8に示すような光学特性を有するフォトクロミック材料M1, M2により形成されている。

【0050】このうち、記録層92aについては、波長 $\lambda_1$ （=514.5nm）の光を用いて、記録再生動作を行う。この場合において、記録動作には強い光を用い、かつ、再生動作には弱い光を用いることで、同一波長の光を用いしつつも両動作（記録動作および再生動作）を区別して実現することができる。

【0051】また、記録層92bについては、波長 $\lambda_2$ （=632.8nm）の光を用いて、記録再生動作を行う。この場合においても、記録動作には強い光を用い、かつ、再生動作には弱い光を用いることで、同一波長の光を用いしつつも両動作（記録動作および再生動作）を区別して実現することができる。

【0052】まず、記録動作については、各フォトクロミック材料M1, M2に対して、対応する各波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ の光を大きな強度で部分的に照射することにより、照射部分において上述したような状態遷移を生じさせて特性ST2を有する状態とすることにより実現される。

【0053】一方、再生動作については、各フォトクロミック材料M1, M2に対して、対応する各波長 $\lambda_1$ ,  $\lambda_2$ の光を小さな強度で照射し、その反射光の強度を測定することにより行う。すなわち、特性ST1と特性ST2との2つの状態における吸光度、ひいては反射率の相違に基づき、反射光の強度を所定の閾値で区分することにより、「0」、「1」の2つの状態を区分して読み取りデジタル情報として再生することができる。

【0054】ここにおいて、記録層92aの再生動作に用いる波長 $\lambda_1$ の光は記録層92bにまで到達して反射されるため、記録層92bにおける記録ビットの有無（フォトクロミック材料M2の状態が特性ST2であるか特性ST1であるか）は、光検出器14により検出される反射率に影響を与えるが、図8に示すように、記録層92b（フォトクロミック材料M2）の波長 $\lambda_1$ に

する吸光度は、記録層92a（フォトクロミック材料M1）の波長 $\lambda_1$ に対する吸光度と比較して相対的に小さな値を有しているため、検出される反射率に与える影響は小さく、適切な閾値を設定すれば記録層92aのフォトクロミック材料M1の状態（特性ST1であるか特性ST2であるか）を区別して読みとることが可能である。

【0055】このように、波長 $\lambda_1$ においてフォトクロミック材料M1の吸光度はフォトクロミック材料M2の吸光度に対して相対的に大きな値となっているため、波長 $\lambda_1$ の光を照射しその反射光強度を適切な閾値を設定して判別することにより、記録層92bのフォトクロミック材料M2の状態の影響を受けることなく、記録層92aのフォトクロミック材料M1の状態（特性ST1であるか特性ST2であるか）を区別して読みとることができる。

【0056】また、波長 $\lambda_2$ の光は記録層92aを通過して記録層92bに到達して反射されるため、記録層92aにおける記録ビットの有無（フォトクロミック材料M1の状態が特性ST2であるか特性ST1であるか）は、光検出器14により検出される反射率に影響を与えるが、図8に示すように、記録層92a（フォトクロミック材料M1）の波長 $\lambda_2$ に対する吸光度は、記録層92b（フォトクロミック材料M2）の波長 $\lambda_2$ に対する吸光度と比較して相対的に小さな値を有しているため、検出される反射率に与える影響は小さく、適切な閾値を設定すれば記録層92bのフォトクロミック材料M2の状態（特性ST1であるか特性ST2であるか）を区別して読みとることが可能である。

【0057】このように、波長 $\lambda_2$ においてフォトクロミック材料M2の吸光度はフォトクロミック材料M1の吸光度に対して相対的に大きな値となっているため、波長 $\lambda_2$ の光を照射しその反射光強度を適切な閾値を設定して判別することにより、記録層92aのフォトクロミック材料M1の状態の影響を受けることなく、記録層92bのフォトクロミック材料M2の状態（特性ST1であるか特性ST2であるか）を区別して読みとることができる。

【0058】特に、この場合においては、波長 $\lambda_2$ の光は記録層92a（フォトクロミック材料M1）において、ほとんど吸収されないため、記録層92aの下側（内側）に位置する記録層92bに対して、記録再生動作を行うために十分な量の光が到達する。また、記録層92aの厚さは十分小さい（波長 $\lambda_2$ の $1/4$ より十分に小さい）ため、波長 $\lambda_2$ の光は、近接場光として記録層92aの厚さを越えた位置にまで到達する（浸み出す）ことができる。したがって、記録層92bの下側に位置する記録層92bに対する記録再生動作を良好に行うことが可能である。

【0059】また、上記においては、記録再生に用いる



光の波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ として、表面側の記録層92aに対して波長 $\lambda_2$ よりも短い波長 $\lambda_1$ の光を用い、その下側の記録層92bに対してそれよりも長い波長 $\lambda_2$ の光を用いている。これは、上述したように、各フォトクロミック材料M1、M2の吸光度などの違いを利用する点において好ましいものであるが、近接場光の浸み出し深さが波長に依存する点を利用する点においても好ましいものである。すなわち、近接場光は比較的長い波長の光を用いた方が、比較的短い波長の光を用いる場合に比べて、より深い位置にまで浸み出すことが可能であるため、表面に比較的近い近接場光記録層92a（すなわち浅い層）に対して比較的短い波長 $\lambda_1$ の光を用い、表面から比較的遠い近接場光記録層92b（すなわち深い層）に対して比較的長い波長 $\lambda_2$ の光を用いることで、表面から比較的遠い近接場光記録層92b（すなわち深い層）に対して、近接場光を用いた光学的作用によりアクセス可能となることを確実にするものである。なお、このような効果を必要としない場合には、逆に、表面側の記録層92aに対して比較的長い波長 $\lambda_2$ の光を用い、その下側の記録層92bに対して比較的短い波長 $\lambda_1$ の光を用いてもよい。

【0060】このように、記録層92a、92bは、それぞれ、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトクロミック材料M1、M2を用いて形成されるので、各記録層相互間の干渉を回避し、情報の記録および再生の少なくとも一方を行うことができる。特に、各記録層92a、92bの光学特性の差異を利用して、2つの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を選択的に用いることにより、鉛直方向に積層された各記録層92a、92bに対してそれぞれ選択的にアクセスすることが可能になる。

【0061】以上のように、上記の記録媒体9Aは、複数の近接場光記録層92a、92bを記録層として備えるので、記録層の多層化により情報記録の高密度化を図ることができる。

【0062】また、上記においては、複数の記録層のうちの最表層の記録層が92aが近接場光記録層である。このように、伝搬光と比較して光量が微弱な近接場光を用いた光学的作用を伴う近接場光記録層を最表層に設けているので、信号のSN比の低下を抑制して、情報の記録および再生のうち少なくとも一方をより確実に行うことができる。

【0063】さらに、上記においては、複数の記録層のうちの最表層の次の記録層92bも、近接場光記録層であるので、情報記録の高密度化をさらに進めることができる。

【0064】また、この光ヘッド2およびその光ヘッド2を用いた記録再生装置1によれば、複数の記録層92a、92bに対して複数の波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ を選択的に用いることによって、複数の記録層92a、92bを有する記録媒体9に対する記録再生動作を行うことができ

る。

【0065】なお、上記においては、複数の記録層として、2つの近接場光記録層92a、92bを有する場合について説明したが、これに限定されず、3つ以上の近接場光記録層を備えるものであってもよい。その場合、各記録層の吸光度の波長依存性に関する光学特性を考慮して、各記録層の材料や記録再生に用いる波長（およびそれに対応する光源）などを決定することになる。

【0066】＜B. 第2実施形態＞上記第1実施形態においては、ベース部材91の上に積層される複数の記録層92a、92bのうち最表層に位置する記録層92aと、その記録層92aの次の位置に存在する記録層92bとがいずれも近接場光記録層である記録媒体9Aなどを例示したが、この第2実施形態においては、最表層においては近接場光記録層を設けるものの、その下側の記録層においては、近接場光でない通常の光、すなわち伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる伝搬光記録層を設けた記録媒体9Bなどについて例示する。

【0067】図10は、第2実施形態に係る記録再生装置1Bの構成を示す概略図である。記録再生装置1Bは、光ヘッド2以外の要素、すなわち、コントローラ3、信号処理部4、回転機構部5などについては記録再生装置1Aと同様の構成を有している。

【0068】また、光ヘッド2Bは、大きく分類すると、近接場光用光ヘッド2Baと伝搬光用光ヘッド2Bbとの2系統の光ヘッドを有している。

【0069】近接場光用光ヘッド2Baは、レーザ光源11a、コリメータレンズ12a、ビームスプリッタ13a、光検出器14a、光学系20aなどを備えている。なお、ここでは光学系20aとしてSNOMファイバースコープを用いた場合を図示している。このSNOMファイバースコープの先端部には、所定の大きさ（たとえば直径100nm）を有する微小開口が設けられており、その微小開口に応じた大きさ（たとえば約100nm）を有するスポット光が浸み出すことが可能である。

【0070】また、伝搬光用光ヘッド2Bbは、レーザ光源11b、コリメータレンズ12b、ビームスプリッタ13b、光検出器14b、光学系20bなどを備えている。また、光学系20bは、固定レンズを有しておらず、対物レンズ21bによって集光された光は、直接、記録媒体9Bにおいて結像してスポット光を形成する。このスポット光は、前述の近接場光用光ヘッド2Baによって形成されるスポット光に比べて相対的に大きいものであり、たとえば、波長 $\lambda_2=632.8\text{nm}$ の光を（真空中の）開口数 $NA=0.6$ の対物レンズ21bを用いて集光することにより、約 $1\mu\text{m}$ の大きさを有するものとして形成される。これは、近接場光用光ヘッド2Baにおいて形成されるスポット光の大きさに比べて約

10倍の大きさを有している。

【0071】レーザ光源11a, 11bとしては、第1実施形態と同様のものを用い、レーザ光源11aからは波長 $\lambda_1=514.5\text{nm}$ の光が射出され、第2のレーザ光源11bからは波長 $\lambda_2=632.8\text{nm}$ の光が射出される。

【0072】また、図11は、記録媒体9Bの断面図である。図11に示すように、記録媒体9Bは、ベース部材91と、ベース部材91上に積層された複数（ここでは2層）の記録層92Ba, 92Bbとを備えている。具体的には、記録層92Baをフォトリソグラフィ材料M1を用いて形成し、記録層92Bbをフォトリソグラフィ材料M2を用いて形成する。ただし、記録層92Baは厚さ30nmの膜として形成するのに対して、記録層92Bbはそれよりも大きな厚さ、たとえば100nmの膜として形成する。

【0073】このような記録再生装置1Bの近接場光用光ヘッド2Ba（図10）においては、波長 $\lambda_1$ の光がその先端部に設けられた微小開口の大きさに応じて浸み出す。たとえば、SNOMファイバースコープ24の先端部に設けられた約100nmの微小開口を介して、約100nmの直径を有するスポット光が記録媒体9Bに対して浸み出す。近接場光用光ヘッド2Baは、このようにして浸み出した近接場光を用いることによって、記録媒体9Bの記録層のうち最も表面側に存在する記録層92Baに対して記録および再生の少なくとも一方の動作を行うことが可能になる。

【0074】また、伝搬光用光ヘッド2Bbにおいては、波長 $\lambda_2$ の光が対物レンズ21bによって集光されて、記録媒体9Bにおいてスポット光が形成される。たとえば、開口数 $NA=0.6$ の対物レンズを用いて、約1.3 $\mu\text{m}$ の大きさのスポット光を形成することができる。伝搬光用光ヘッド2Bbは、このようにして形成されたスポット光（伝搬光）を用いて記録媒体9Bに対して光学的作用を奏することによって、記録媒体9Bの記録層92Bbに対して記録および再生の少なくとも一方の動作を行うことが可能になる。

【0075】したがって、第1実施形態と同様に、各記録層92Ba, 92Bbの光学特性の差異を利用して、2つの波長 $\lambda_1, \lambda_2$ を選択的に用いることにより、鉛直方向に積層された各記録層92Ba, 92Bbに対してアクセスすることが可能になる。

【0076】以上のように、記録媒体9Bによれば、複数の記録層92として、近接場光記録層92Baに加えて、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる伝搬光記録層92Bbをも備えるので、情報記録の高密度化を図ることができる。また、近接場光記録再生装置が無い場合であっても、伝搬光記録層92Bbに対して、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一

方を行うことは可能であるので、この記録媒体9Bに対するアクセスの可能性を残すことができる。特に、近接場光記録層92Baに記録される情報の一部を伝搬光記録層92Bbにも重複して記録しておけば、近接場光用の記録再生装置が無い場合であっても、伝搬光記録層92Bbに記録された情報を伝搬光用の記録再生装置によって読み出すことで、同様の情報を得ることができる。あるいは、記録媒体9B全体に含まれる情報の概要などを伝搬光記録層92Bbに記録しておくことによって、インデックスとして用いることもできる。

【0077】また、第1実施形態と同様、各記録層92Ba, 92Bbは、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトリソグラフィ材料1, M2を用いて形成されているので、各記録層相互間の干渉を回避することができる。そして、これに加えて、伝搬光記録層92Bbの記録再生に用いるスポット光の大きさは、近接場光記録層92Baの記録再生に用いるスポット光の大きさに対して、非常に（ここでは約10倍）大きいものであるため、伝搬光記録層92Bbの記録再生動作は、近接場光記録層92Baの状態に影響されることがさらに少なくなる。

【0078】＜C. 第3実施形態＞第2実施形態の記録再生装置1Bにおいては、近接場光および伝搬光を用いた記録再生動作等を行うにあたって、近接場光用光ヘッド2Baと伝搬光用光ヘッド2Bbとの2系統を有する光ヘッド2Bが備えられていたが、この第3実施形態では、1系統の光ヘッドにより、2種類の光（近接場光および伝搬光）を記録媒体に対して作用させる場合について説明する。

【0079】この第3実施形態に係る記録再生装置1Cにおいて用いられる記録媒体9C（図11参照）は、第2実施形態と同様、近接場光記録層92Baおよび伝搬光記録層92Bbの2層の記録層を備えている。

【0080】また、記録再生装置1Cは、光ヘッド以外の要素、すなわち、コントローラ3、信号処理部4、回転機構部5などについては記録再生装置1A（図1参照）と同様の構成を有するものを備えている。さらに記録再生装置1Cは、光ヘッド2Cをも備えており、この光ヘッド2Cは、その光学系20C以外は、第1実施形態の光ヘッド2Aと同様の構成を有している。

【0081】図12は、その光学系20Cの概要を示す図である。図12に示すように、光学系20Cは、対物レンズ21Cと固定浸没レンズ22Cとを備えている。ここで、この固定浸没レンズ22Cは、後述するように、光軸ACに対して垂直な平面内において移動することが可能なように構成されている点で第1実施形態と異なっている。これにより、光学系20Cによる焦点位置Pと固定浸没レンズ22Cとの相対位置が変更される。

【0082】具体的には、固定浸没レンズ22Cの移動によって、図12(a)の状態と、図12(b)の状態とが

切り換えられる。

【0083】図12(a)は、固浸レンズ22Cの境界面(底面)B上の中央位置CPに焦点位置Pを合わせて記録媒体9に対して近接場光を作用させる状態を示している。この状態においては、対物レンズ21Cで屈折集光された光は、位置C1に存在する固浸レンズ22Cの内部を通過して固浸レンズ22Cの底面Bの中央位置CPにおいて集光(結像)する。そして、固浸レンズ22Cの底面Bの中央位置CPに集光(結像)したこの光は近接場光として浸み出し、ニアフィールド領域に近接して存在する記録媒体9Cの記録面に対して、微小スポットを形成して投射される。この微小スポットは、たとえば、波長 $\lambda$ 1の光を(真空中における)開口数NA=0.6の対物レンズ21Cによって集光して、屈折率1.7の固浸レンズを通過させてその底面で結像させることにより、約615nmの大きさを有するものとして生成することができる。

【0084】一方、図12(b)は、境界面(底面)B上の中央位置CP以外の位置に焦点位置Pを合わせて記録媒体9に対して伝搬光を作用させる状態を示している。固浸レンズ22Cは、記録媒体9Cの表面に対して平行な方向(光軸ACに対して垂直な方向)へ向けて移動し、位置C2に存在する状態となっている。したがって、固浸レンズ22Cは対物レンズ21Cによる集光位置に存在しない状態となっているため、対物レンズ21Cで屈折集光された光は、固浸レンズ22Cを通過することなく、そのまま記録媒体9Cの表面近傍において集光(結像)している。したがって、上述したような開口数NAの増加に伴うスポット径の減少という作用を得ることができないため、図12(a)の場合のような微小径を有するスポット光ではなく、それよりも大きな直径(たとえば約1.3 $\mu$ m)を有するスポット光が記録媒体9Cにおいて形成される。なお、この大きなスポット光は、波長 $\lambda$ 2の光を用いて形成される。

【0085】このようにして、対物レンズ21Cと固浸レンズ22Cとの相対位置関係を変更して、焦点位置Pと固浸レンズ22Cとの相対位置を変更することにより、固浸レンズの境界面上の中央位置CPに焦点位置Pを合わせて近接場光を作用させる状態(以下、「近接場光発生状態」ともいう、図12(a)参照)と、中央位置CP以外の位置に焦点位置Pを合わせて伝搬光を作用させる状態(以下、「近接場光非発生状態」ともいう、図12(b)参照)とを選択的に切り換える。これにより、記録媒体9Cの近接場光記録層92Baに対しては、近接場光発生状態を生成し近接場光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行い、記録媒体9Cの伝搬光記録層92Bbに対しては、近接場光非発生状態を生成し伝搬光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行うことができる。

【0086】また、図13および図14は、固浸レンズ

22Cの駆動機構を表す上面図および側面図である。ここでは、固浸レンズ22Cをピエゾ素子を用いて、インパクト駆動方式により駆動する場合について例示する。このインパクト駆動方式は、微小変位のピエゾ素子の微小変位を摩擦摺動動作を伴うことにより、その水平移動距離をピエゾ素子自体の変位量を超えた値にまで増大させる駆動方式である。

【0087】この固浸レンズ22Cの駆動機構は、2つの摺動機構Fと、2つの摺動機構Fの間において固浸レンズ22Cを保持するホルダ部28とを備えている。この摺動機構Fは、ピエゾ素子25とロッド26と軸受27aと筐体27bとを備えている。

【0088】ピエゾ素子25の一端は筐体27bに対して固定接続されており、他端はロッド26に対して固定接続されている。また、ロッド26は、2つの軸受け27aによって摺動可能に支持されており、ピエゾ素子25の軸方向の伸縮に応じてロッド26の軸方向に移動する。また、ホルダ部28は、ロッド26が挿入される長孔部28bを有しており、この長孔部28bとロッド26とは適度な摩擦を有した状態で摺動可能に接している。

【0089】このような機構においてピエゾ素子25の急速変形を利用する。具体的には、固浸レンズ22Cが位置C1に存在する状態において、ピエゾ素子25をゆっくりと収縮させた後、急速に伸長させる。これによれば、低速収縮時には長孔部28bとロッド26との間の静止摩擦力によりロッド26とホルダ部28とが一体となって(したがって固浸レンズ22Cも)矢印ARの方向に移動される一方で、高速伸長時には急速な動作のために長孔部28bとロッド26とが相対運動(すべり)を生じ、ロッド26がホルダ部28に対して矢印ARの逆向きに移動し、ホルダ部28は初期位置よりも矢印ARの向きに移動することになる。これに伴って、ホルダ部28に保持される固浸レンズ22Cも矢印ARの向きに所定量だけ移動する。このような収縮および伸長の両動作を繰り返すことにより、ホルダ部28に保持される固浸レンズ22Cを矢印ARの向きにピエゾ素子自体の変位量を超えた水平移動距離だけ移動させることができる。

【0090】また、収縮時の動作と伸長時の動作とを逆にすること(すなわち低速伸長および高速収縮)により、今度は逆に固浸レンズ22Cを矢印ARの逆向きに移動させることも可能である。

【0091】このような駆動機構により、固浸レンズ22Cを光軸ACに対して垂直な平面内において移動することが可能である。

【0092】この第3実施形態の光ヘッド2Cによれば、1系統の光ヘッドにより、2種類の大きさの光(近接場光および伝搬光)を記録媒体に対して作用させることができるので、コンパクトな光ヘッドを構成できる。

【0093】<D. 第4実施形態>第3実施形態においては、固浸レンズを光軸に対して垂直な方向に相対移動させることにより、光学系による焦点位置と固浸レンズとの相対位置を変更していたが、この第4実施形態においては、固浸レンズを光軸方向に相対移動させることにより、光学系による焦点位置と固浸レンズとの相対位置を変更する場合について説明する。

【0094】第4実施形態は、第3実施形態の変形例であり、第4実施形態に係る記録再生装置1D、光ヘッド2D、光学系20D、記録媒体9Dなどは、第3実施形態の対応要素と同様の構成を備えている。以下では、相違点を中心に説明する。

【0095】図15は、その光学系20Dの概要を示す図である。図15に示すように、光学系20Dは、対物レンズ21Dと固浸レンズ22Dとを備えている。ここで、対物レンズ21Dはホルダ28dに保持されており、固浸レンズ22Dはホルダ部28eに保持されている。そして、これらのホルダ28dとホルダ28eとは

【0096】具体的には、固浸レンズ22Cの光軸方向の移動によって、図16(a)の状態と、図16(b)の状態とが切り換えられる。

【0097】図16(a)は、固浸レンズ22Dの境界面(底面)B上の中央位置CPに焦点位置Pを合わせて記録媒体9に対して近接場光を作用させる状態を示している。この状態においては、対物レンズ21Dで屈折集光された光は、位置D1に存在する固浸レンズ22Dの内部を通過して固浸レンズ22Dの底面Bの中央位置CPにおいて集光(結像)する。そして、固浸レンズ22Dの底面Bの中央位置CPに集光(結像)したこの光は近接場光として浸み出し、ニアフィールド領域に近接して存在する記録媒体9Dの記録面に対して、微小スポットを形成して投射される。

【0098】一方、図16(b)は、境界面(底面)B上の中央位置CP以外の位置に焦点位置Pを合わせて記録媒体9に対して伝搬光を作用させる状態を示している。固浸レンズ22Dは、位置D1から、記録媒体9Dの表面に対して垂直な方向(光軸AC方向)において記録媒体9Dから遠ざかる向きに移動し、位置D2に存在する状態となっている。したがって、焦点位置Pは、固浸レンズ22Dの底面B上には存在せず、そのまま記録媒体9Cの表面近傍において集光(結像)している。したがって、上述したような開口数NAの増加に伴うスポット径の減少という作用を得ることができないため、図16(a)の場合のような微小径を有するスポット光ではなく、それよりも大きな直径を有するスポット光が記録媒体9Dにおいて形成される。なお、この場合、固浸

レンズ22Dを通過することによる収差が加わるので、第3実施形態(図12(b)参照)の場合よりもさらに大きな径(たとえば、約 $1.5\mu\text{m}$ )を有するスポット光となる。

【0099】このようにして、対物レンズ21Dと固浸レンズ22Dとの光軸AC方向における相対位置関係を変更して、焦点位置Pと固浸レンズ22Dとの相対位置を変更することにより、固浸レンズの境界面上の中央位置CPに焦点位置Pを合わせて近接場光を作用させる状態(近接場光発生状態)と、中央位置CP以外の位置に焦点位置Pを合わせて伝搬光を作用させる状態(近接場光非発生状態)とを選択的に切り換える。これにより、記録媒体9Dの近接場光記録層92Baに対しては、近接場光発生状態を生成し近接場光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行い、記録媒体9Dの伝搬光記録層92Bbに対しては、近接場光非発生状態を生成し伝搬光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行うことができる。

【0100】なお、ここでは、固浸レンズ22Dを光軸AC方向に移動して対物レンズと固浸レンズとの相対位置関係を変更することにより、焦点位置Pと固浸レンズ22Dとの相対位置を変更していたが、これに限定されず、対物レンズ21Dを光軸AC方向に移動して対物レンズ21Dと固浸レンズ22Dとの位置関係を変更することにより、焦点位置Pと固浸レンズ22Dとの相対位置を変更してもよい。

【0101】<E. 第5実施形態>第3実施形態および4実施形態においては、対物レンズと固浸レンズとの位置関係を変更することにより、焦点位置Pと固浸レンズ22Dとの相対位置を変更していたが、これに限定されない。この第5実施形態においては、コリメータレンズと光源との相対位置関係を変更することにより、焦点位置と固浸レンズとの相対位置を変更する場合について説明する。

【0102】第5実施形態は、第3実施形態および第4実施形態の変形例であり、第5実施形態に係る記録再生装置1E、光ヘッド2E、光学系20E、記録媒体9Eなどは、第3実施形態および第4実施形態の対応要素と同様の構成を備えている。以下では、相違点を中心に説明する。

【0103】具体的には、図17に示すようにコリメータレンズ12(12a, 12b)を光軸A方向に移動することによって、図18(a)の状態と、図18(b)若しくは図18(c)の状態とを切り換える。具体的には、コリメータレンズ12を保持するホルダ部を光軸A方向に移動させるものであればよく、ボールネジ機構や上述のピエゾ素子を利用した機構などを用いることができる。

【0104】図18(a)は、固浸レンズ22Eの境界面(底面)B上に焦点位置Pを合わせて記録媒体9Eに

対して近接場光を作用させる状態を示している。この状態においては、コリメータレンズ12でコリメートされたコリメート光が、対物レンズ21Eに入射し、対物レンズ21Eで屈折集光された後、固浸レンズ22Eの内部を通過して固浸レンズ22Eの底面Bの中央位置CPにおいて集光（結像）する。そして、固浸レンズ22Eの底面Bの中央位置CPに集光（結像）したこの光は近接場光として浸み出し、ニアフィールド領域に近接して存在する記録媒体9Eの記録面に対して、微小スポットを形成して投射される。なお、この微小スポット光は、波長 $\lambda_1$ の光を用いて形成される。

【0105】一方、図18(b)は、境界面（底面）B上の中央位置CP以外の位置（位置CPよりも下方の位置）に焦点位置Pを合わせて記録媒体9Eに対して伝搬光を作用させる状態を示している。この状態は、次のようにして実現される。まず、コリメータレンズ12を光軸A方向においてレーザ光源11に近づく向きに微小移動させることにより、コリメータレンズ12を透過して出射される光を非コリメータ光とする。そして、徐々にその光束が広がっていくこの非コリメータ光を対物レンズ21Eに入射させることにより、位置CPよりも下方の位置において集光（結像）させることができる。

【0106】また、図18(c)は、境界面（底面）B上の中央位置CP以外の位置（位置CPよりも上方の位置）に焦点位置Pを合わせて記録媒体9Eに対して伝搬光を作用させる状態を示している。この状態は、上記と逆向きの動作により実現される。まず、コリメータレンズ12を光軸A方向においてレーザ光源11から遠ざかる向きに微小移動させることにより、コリメータレンズ12を透過して出射される光を非コリメータ光とする。そして、徐々にその光束が絞られていくこの非コリメータ光を対物レンズ21Eに入射させることにより、位置CPよりも上方の位置において集光（結像）させることができる。

【0107】ここにおいて、図18(b)若しくは図18(c)の状態においては、上述したような開口数NAの増加に伴うスポット径の減少という作用を得ることができないため、図12(a)の場合のような微小径を有するスポット光ではなく、それよりも大きな直径（たとえば約 $1.5\mu\text{m}$ ）を有するスポット光が記録媒体9Eにおいて形成される。なお、この大きなスポット光は、波長 $\lambda_2$ の光を用いて形成される。

【0108】このようにして、コリメータレンズ12とレーザ光源11との相対位置関係を変更して、焦点位置Pと固浸レンズ22Eとの相対位置を変更することにより、固浸レンズ22Eの底面B上の中央位置CPに焦点位置Pを合わせて近接場光を作用させる状態（近接場光発生状態）と、固浸レンズ22Eの底面B以外の位置に焦点位置Pを合わせて伝搬光を作用させる状態（近接場光非発生状態）とを選択的に切り換える。これにより、

記録媒体9Eの近接場光記録層92Baに対しては、近接場光発生状態を生成し近接場光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行い、記録媒体9Eの伝搬光記録層92Bbに対しては、近接場光非発生状態を生成し伝搬光を用いた光学的作用を用いて記録再生動作等を行うことができる。

【0109】また、この第5実施形態によれば、コリメータレンズ12を移動させる機構は必要になるものの、小さな固浸レンズを移動させて対物レンズと固浸レンズとの位置関係を変更する必要がない。したがって、小さな固浸レンズを移動させるための機構が不要となるため、簡易な構成で、2種類の大きさのスポット光を得ることができる。

【0110】なお、この第5実施形態においては、コリメート光を対物レンズに入射させて近接場光発生状態を生成し、非コリメート光を対物レンズに入射させて近接場光非発生状態を生成していたが、逆であってもよい。すなわち、コリメート光を対物レンズに入射させて近接場光非発生状態を生成し、非コリメート光を対物レンズに入射させて近接場光発生状態を生成してもよい。

【0111】また、コリメート光を用いる必要はなく、2つの状態の非コリメート光を使い分けて近接場光発生状態と近接場光非発生状態とを生成してもよい。

【0112】＜F. その他＞第3実施形態ないし第5実施形態の光ヘッドは、近接場光記録層と伝搬光記録層とに対してアクセスするにあたって、固浸レンズと焦点位置との関係を変更することにより、記録媒体上に形成されるスポット光の大きさを変更するものであったが、図19に示すように、波長選択性を有する複数のフィルタ（波長選択フィルタ）を用いて所望のスポット径に近づけた大きさを有する微小部分として形成しておき、その微小部分において特定の波長の光を選択的に通過させることにより、記録媒体上に形成されるスポット光の大きさを波長に応じて変更してもよい。

【0113】図19は、このような光ヘッドにおける光学系の先端部（記録媒体9に近接する部分）を示す図である。このうち図19(a)は断面図、図19(b)は上面図である。図示するように、この光学系の先端部は、薄板状の非透光性部材63の中央部分においてフィルタ部61が設けられた構造を有している。このフィルタ部61においては、直径 $d_1$ を有する円形の第1フィルタ61aを取り囲むように外径 $d_2$ （ $d_1 < d_2$ ）を有する円環状の第2フィルタ61bが設けられている。

【0114】この第1フィルタ61aは、波長 $\lambda_1$ の光および波長 $\lambda_2$ の光をいずれも通過させる光学特性を有しており、第2フィルタ61bは、波長 $\lambda_2$ の光を通過させる一方で波長 $\lambda_1$ の光を遮断する光学特性を有している。

【0115】したがって、波長 $\lambda_1$ の光は第1フィルタ61aを通過するものの第2フィルタ61bを通過しな

いため、波長 $\lambda_1$ の光をフィルタ部61に向けて入射させると、直径 $d_1$ を有するスポット光が記録媒体9において形成される。

【0116】また、波長 $\lambda_2$ の光は第1フィルタ61および第2フィルタ61bをいずれも通過するため、波長 $\lambda_2$ の光をフィルタ部61に向けて入射させると、直径 $d_2$ を有するスポット光が記録媒体9において形成される。

【0117】このように波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ に応じて2つの大きさ(直径 $d_1$ 、 $d_2$ )のスポット光を得ることができるので、この2つの波長 $\lambda_1$ 、 $\lambda_2$ の光を、それぞれ、記録媒体9Dの近接場光記録層と伝搬光記録層とに対して作用させることにより、各記録層における記録再生動作等を行うことができる。

【0118】なお、このようなフィルタ部61は、SNOMファイバプローブの先端部に設けてもよい。

【0119】また、上記各実施形態においては、記録媒体は円形形状を有するものとして例示したが、これに限定されず、カード型などの矩形形状を有するものであってもよい。

【0120】

【発明の効果】以上のように、請求項1に記載の記録媒体によれば、近接場光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる近接場光記録層を含む複数の記録層を備えるので、情報記録の高密度化を図ることができる。

【0121】特に、請求項2に記載の記録媒体によれば、伝搬光と比較して光量が微弱な近接場光を用いた光学的作用を伴う近接場光記録層を最表層に設けているので、信号のSN比の低下を抑制して、情報の記録および再生のうち少なくとも一方をより確実に行うことができる。

【0122】また、請求項3に記載の記録媒体によれば、複数の記録層のうち最表層の次の記録層は、その光学特性が最表層の近接場光記録層と互いに異なる近接場光記録層であるので、情報記録の高密度化をさらに進めることができる。

【0123】さらに、請求項4に記載の記録媒体によれば、複数の記録層として、近接場光記録層に加えて、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方が行われる伝搬光記録層をも備えるので、情報記録の高密度化を図ることができる。また、近接場光記録再生装置が無い場合にあっては、伝搬光記録層に対して、伝搬光を用いた光学的作用によって情報の記録および再生の少なくとも一方を行うことは可能であるので、この記録媒体に対するアクセスの可能性を残すことができる。

【0124】また、請求項5に記載の記録媒体によれば、複数の記録層は、それぞれ、各記録層ごとのトラック情報等を有しているため、各記録層に対してアクセ

スする光ヘッドの位置を各記録層ごとに独立して制御することができる。

【0125】さらに、請求項6に記載の記録媒体によれば、複数の記録層は、それぞれ、吸光度の波長依存性に関する光学特性が互いに異なるフォトリソミック材料を用いて形成されるので、各記録層相互間の干渉を回避し、情報の記録および再生の少なくとも一方を行うことができる。

【0126】また、請求項7に記載の光ヘッドによれば、複数の記録層に対して複数の波長を選択的に用いることによって、少なくとも1つの近接場光記録層を含む複数の記録層が積層された記録媒体との光学的作用を奏することにより、複数の記録層を有する記録媒体に対する記録再生動作を行うことができる。

【0127】さらに、請求項8に記載の光ヘッドによれば、光を出射する光源と、固浸レンズを含み光源から出射された光を集光する光学系と、光学系による焦点位置と固浸レンズとの相対位置を変更する相対位置変更手段と、を備え、相対位置変更手段は、固浸レンズの境界面上の所定位置である近接場光発生位置に焦点位置を合わせた状態と、所定位置以外の位置に焦点位置を合わせた状態とを選択的に切り換えることが可能である。すなわち、近接場光記録層と伝搬光記録層とを含む複数の記録層が積層された記録媒体における近接場光記録層と伝搬光記録層とのそれぞれに対して、近接場光を用いた光学的作用と伝搬光を用いた光学的作用とを選択的に切り換えてアクセスすることが可能になるので、コンパクトな光ヘッドを構成することができる。

【0128】また、請求項9に記載の記録再生装置によれば、請求項7または請求項8に記載の発明と同様の効果を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1実施形態に係る記録再生装置1Aの構成を示す概略図である。

【図2】光学系20の構成を示す側面図である。

【図3】記録媒体9Aの断面図である。

【図4】記録媒体9Aの平面図である。

【図5】フォトリソミック材料の状態遷移を説明する図である。

【図6】フォトリソミック材料について、特性ST1、ST2を有する状態ごとの、各波長に対する吸光度(吸光度の波長依存性)を示す図である。

【図7】フォトリソミック材料M1、M2の状態遷移を示す図である。

【図8】各フォトリソミック材料M1、M2について、各波長に対する吸光度を表す光学特性を示すグラフである。

【図9】光学系20の変形例を示す図である。

【図10】第2実施形態に係る記録再生装置1Bの構成を示す概略図である。

23

24

【図11】記録媒体9Bの断面図である。

【図12】光学系20Cの概要を示す図である。

【図13】固浸レンズ22Cの駆動機構を表す上面図である。

【図14】固浸レンズ22Cの駆動機構を表す側面図である。

【図15】光学系20Dの構成を示す断面図である。

【図16】光学系20Dの動作を示す断面図である。

【図17】光ヘッド2Eの構成を示す概要図である。

【図18】光学系20Eにおける収束動作を示す断面図である。

【図19】波長選択フィルタを設けた光ヘッドの先端部を示す図である。

【符号の説明】

1, 1A~1E 記録再生装置

2, 2A~2E 光ヘッド

3 コントローラ

4 信号処理部

5 回転機構部

9, 9A~9E 記録媒体

11, 11a, 11b レーザ光源

12, 12a, 12b コリメータレンズ

14 光検出器

20, 20a, 20b, 20C~20E 光学系

21, 21b, 21C~21E, 23 対物レンズ

22, 22C~22E 固浸レンズ

24 SNOMファイバプローブ

91 ベース部材

92a, 92b, 92Ba 近接場光記録層

92Bb 伝搬光記録層

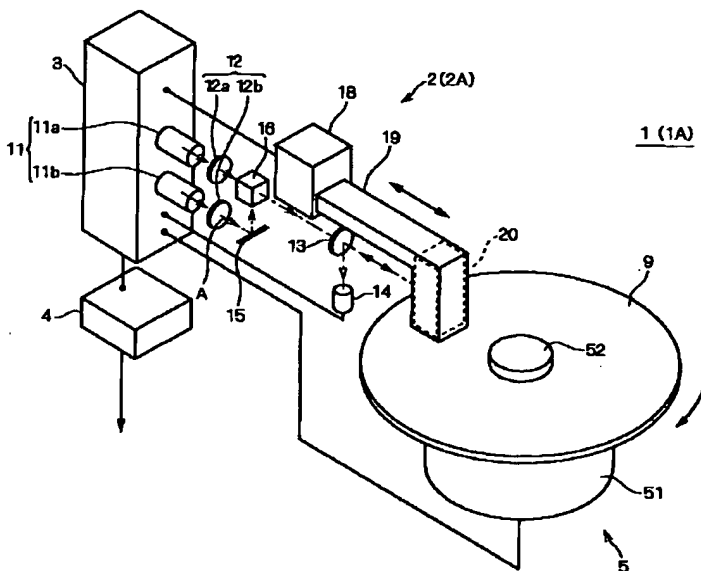
F 摺動機構

M1, M2 フォトクロミック材料

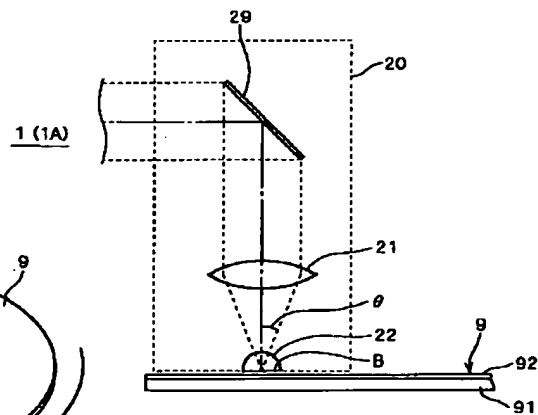
P 焦点位置

RS サーボトラック情報領域

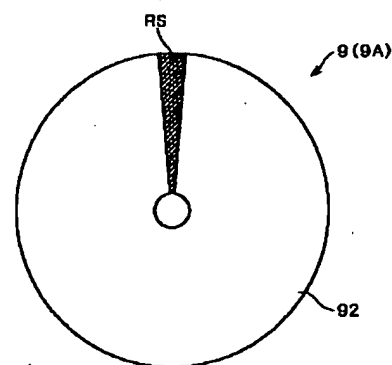
【図1】



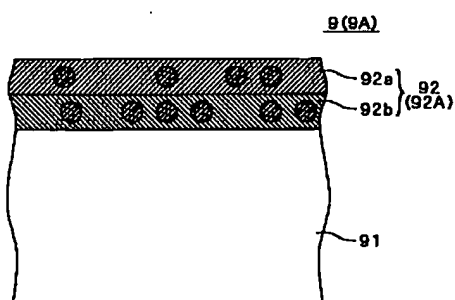
【図2】



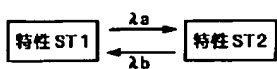
【図4】



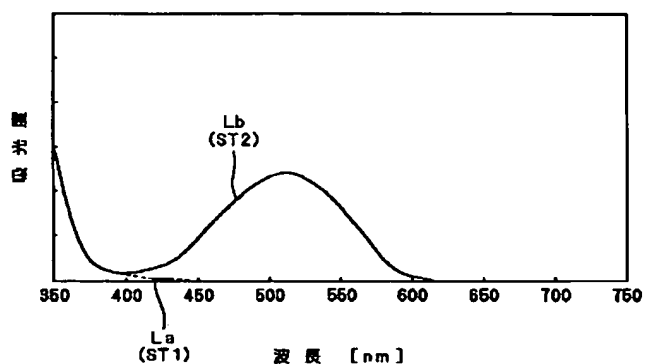
【図3】



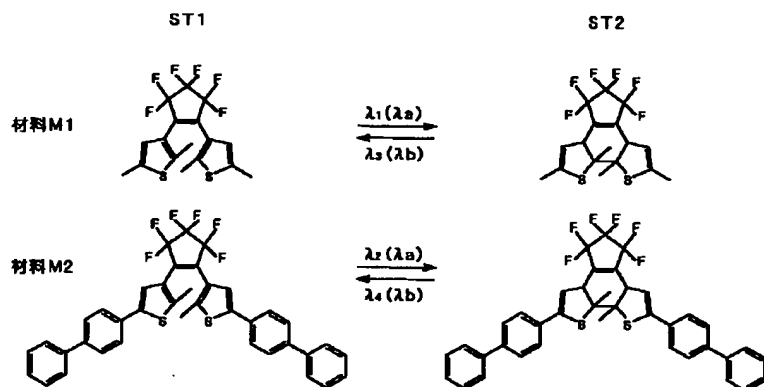
【図5】



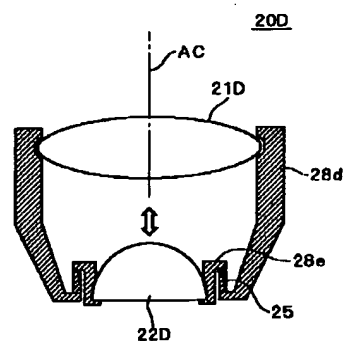
【図6】



【図7】



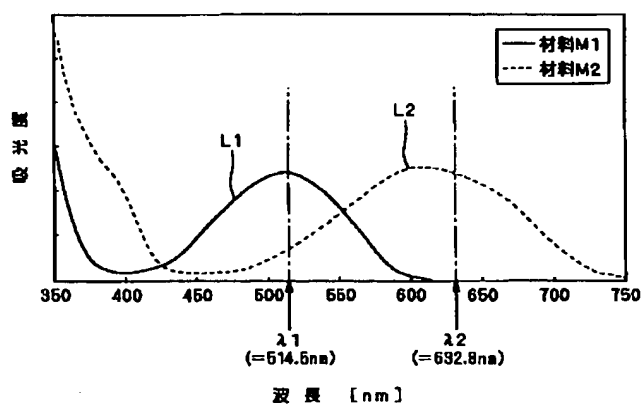
【図15】



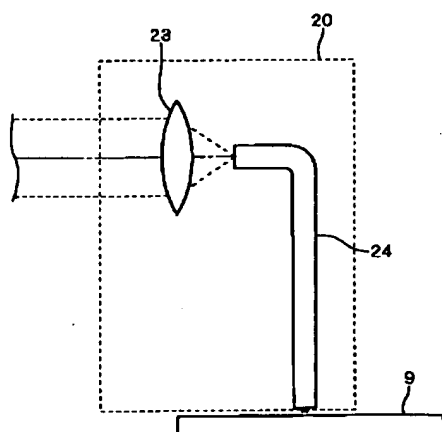
材料M1: 1,2-ビス-(2,5-ジメチルチオフェン-3-イル)パーフルオロシクロペンテン

材料M2: 1,2-ビス-(2-メチル-5-(4-ピフェニル)チオフェン-3-イル)パーフルオロシクロペンテン

【図8】

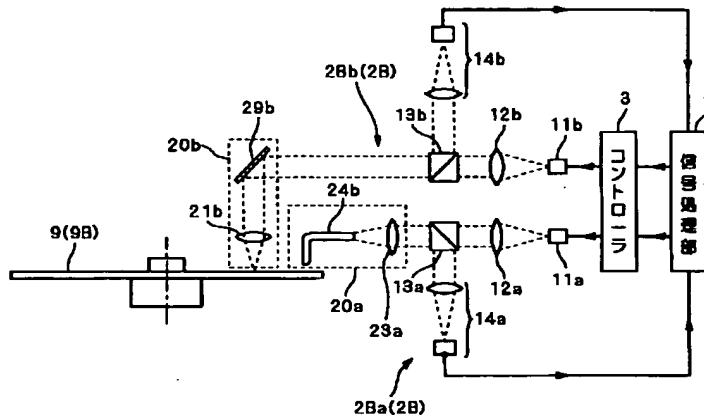


【図9】

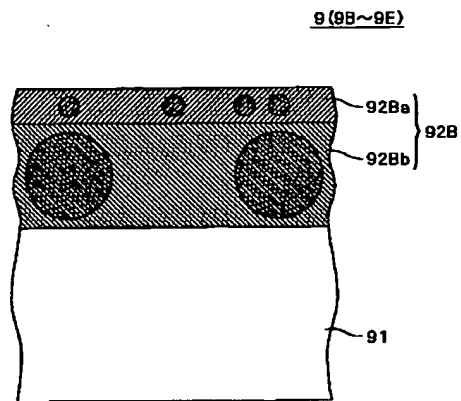




【図10】



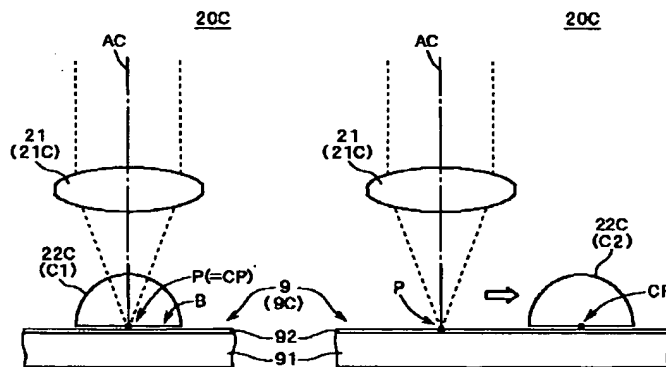
【図11】



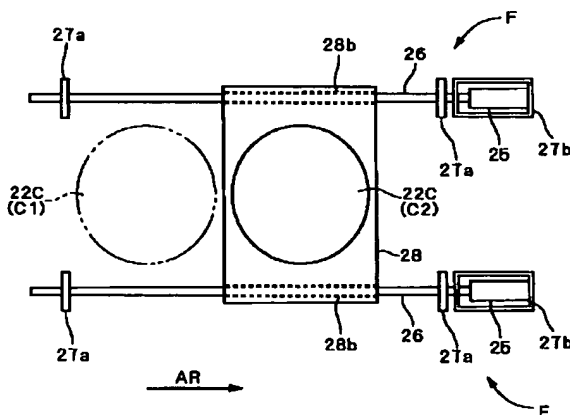
【図12】

(a)

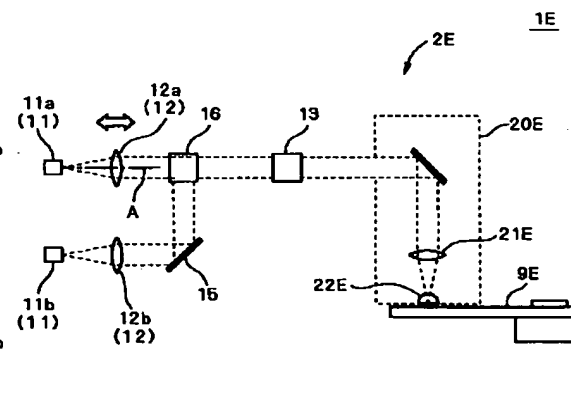
(b)



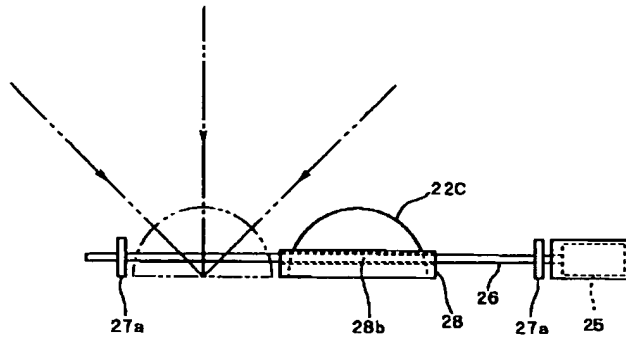
【図13】



【図17】

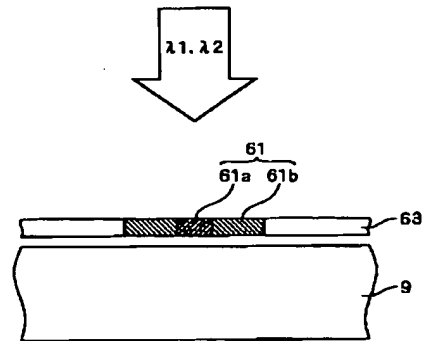


【図14】



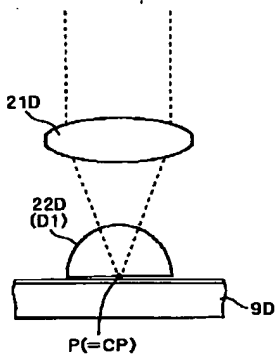
【図19】

(a)

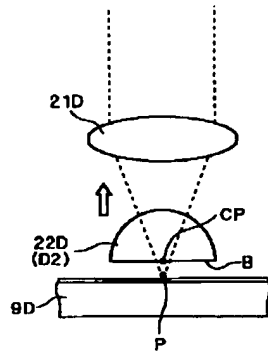


【図16】

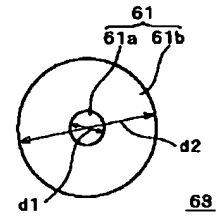
(a)



(b)

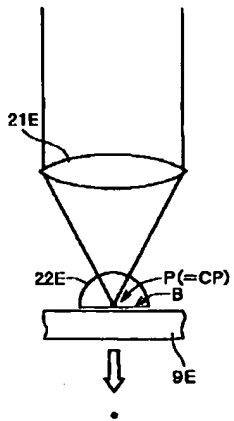


(b)

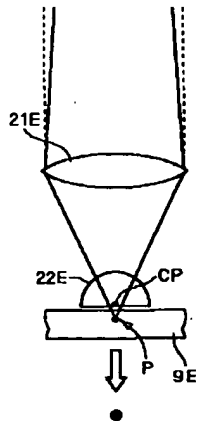


【図18】

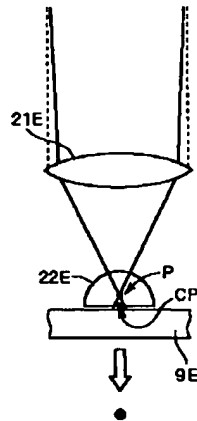
(a)



(b)



(c)



## フロントページの続き

(72)発明者 鈴木 雄二郎

大阪府大阪市中央区安土町二丁目3番13号

大阪国際ビル ミノルタ株式会社内

Fターム(参考) 5D029 HA06 HA07 JA04 JB02 JB04  
JB05 JB08 JB41 JB46 JB47  
JB48 JC03 MA04 VA03  
5D118 AA26 BA01 BB02 BC13 BF02  
BF03 CA11 CA13 CD06 CG03  
CG07 CG16 CG26 DC02 DC05  
EA11  
5D119 AA41 BA01 BB06 CA16 DA01  
DA05 EB02 EB07 EB15 EC20  
EC44 EC45 EC47 FA08 JA44  
JA49 JC07